

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-090655

(43)Date of publication of application : 06.04.1999

(51)Int.Cl.

B23K 20/12

B61D 17/00

B61D 17/04

(21)Application number : 10-022988

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.02.1998

(72)Inventor : SATO AKIHIRO  
ESUMI MASAKUNI  
ISHIMARU YASUO  
OKAMURA HISANOBU  
AOTA KINYA

(30)Priority

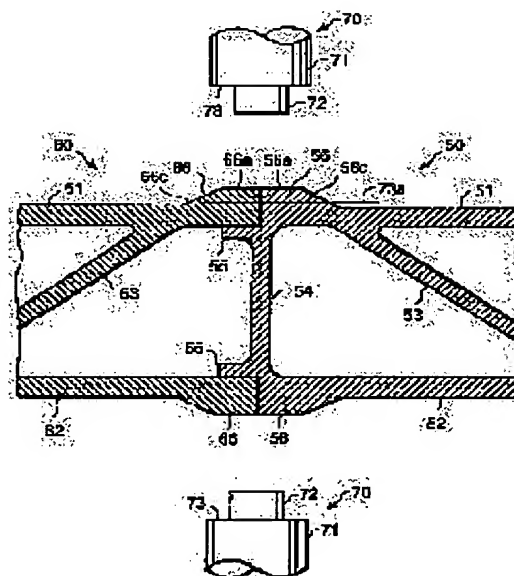
Priority number : 09196759 Priority date : 23.07.1997 Priority country : JP

## (54) FRICTION STIRRING JOINING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the generation of a recess in a joined part in the friction stirring joining by rotating a rotary body.

SOLUTION: End parts of a joined part of hollow-shaped materials 50, 60 are provided with thick-walled parts 56, 66 projecting outward. Two thick-walled parts 56, 66 are butted to each other to form a trapezoidal shape. Rotary bodies 70, 70 are inserted in the thick-walled parts 56, 66 and rotated to be joined with each other. The rotary bodies are rotated in a condition where a large diameter part 71 of the rotary bodies 70, 70 is positioned at the outward from the extension line of the outer surface of plates 51, 52, 61, 62 of a general part. The desired joining can be made even when there is a gap between two thick-walled parts 56, 66. After the joining, the thick-walled parts 56, 66 are cut to make them smooth.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3070735

[Date of registration]

26.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-90655

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

B 2 3 K 20/12

識別記号

F I

B 2 3 K 20/12

A

C

G

C

B 6 1 D 17/00

B 6 1 D 17/00

17/04

17/04

審査請求 有 請求項の数49 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-22988

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月4日

(31) 優先権主張番号 特願平9-196759

(32) 優先日 平9(1997) 7月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 佐藤 章弘

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(72) 発明者 江角 昌邦

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(72) 発明者 石丸 靖男

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

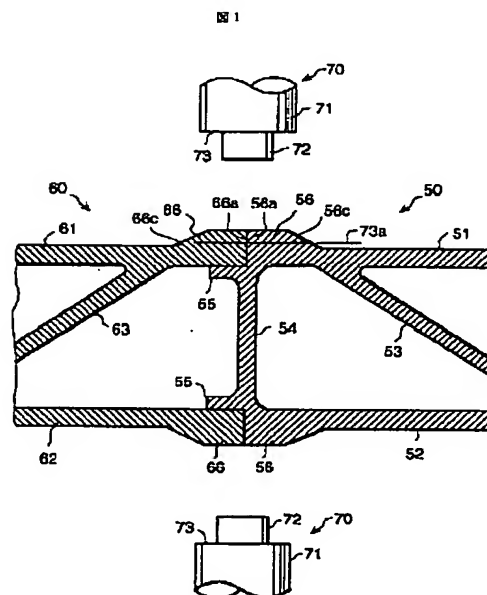
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦撹拌接合方法

(57) 【要約】

【課題】回転体の回転による摩擦撹拌接合において、接合部の凹みの発生を防止する。

【解決手段】中空型材50、60の接合部の端部は外側に突出する厚肉部56、66を有する。2つの厚肉部を突き合せると台形状である。回転体70、70を厚肉部56、66に挿入し、回転させて接合する。回転体70の大径部71を一般部の板51、52、61、62の外面の延長線上から外側に位置させた状態で、回転させる。2つの厚肉部の間に隙間が有っても所望の接合ができる。接合後、厚肉部56、66を切削して平滑にする。



50、60：中空押出し型材      56、66：厚肉部  
51、52、53、54、61、62、63：板      66c、66c：斜面  
70：回転体

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】一方の面から突出する厚肉部を端部に有する第 1 の部材の前記厚肉部に、第 2 の部材の端部を突き合せ、

大径部の先端に小径部を有する回転体の前記小径部を前記厚肉部を含む前記突き合せ部に挿入した状態で、かつ、前記厚肉部を除く部分における前記第 1 の部材の前記面の延長線と前記厚肉部の頂との間に、前記大径部と前記小径部との境を位置させた状態で、前記回転体を回転させながら前記突き合せ部に沿って相対的に移動させること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 2】請求項 1 において、2 つの前記部材の接合後の使用状態における外側の面を前記一方の面として、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 3】請求項 1 において、摩擦攪拌接合の後、前記厚肉部を、前記外側の面と実質的に同一高さに切削すること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 4】請求項 1 において、2 つの前記部材を接合後の使用状態における内側の面を前記一方の面として、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 5】請求項 1 において、2 つの前記部材を突き合わせる際に、前記厚肉部の頂と前記面とを接続する面が斜面である前記厚肉部に前記第 2 の部材の前記端部を突き合わせること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 6】一方の面から突出する厚肉部を端部に有する 2 つの部材の前記厚肉部を突き合せ、

大径部の先端に小径部を有する回転体の前記小径部を前記厚肉部に挿入した状態で、かつ、前記厚肉部を除く部分における一方の前記部材の前記面の延長線と前記厚肉部の頂との間に、前記大径部と前記小径部との境を位置させた状態で、前記回転体を回転させながら前記厚肉部に沿って相対的に移動させること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 7】請求項 6 において、前記 2 つの部材の前記厚肉部を突き合わせる際に、該厚肉部の突出代が前記 2 つの部材において実質的に同一である前記部材を突き合わせること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 8】請求項 6 において、前記 2 つの部材の前記厚肉部を突き合わせる際に、前記厚肉部の頂と前記面とを接続する面が斜面である前記 2 つの部材を突き合わせること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 9】並んだ 2 つの板と、該 2 つの板を接続する板とからなる部材を 2 つ有し、前記それぞれの部材の前記板同士を突き合せており、

この状態において、前記部材の厚さ方向の一方の側の突き合せ部の少なくとも一方の板の端部には前記厚さ方向の外側に突出する厚肉部を備えており、他方の側の突き合せ部の少なくとも一方の板の端部には前記厚さ方向の外側に突出する厚肉部を備えており、

前記一方の側の前記突き合せ部および前記他方の側の前記突き合せ部を実質的に同時に摩擦攪拌接合を行い、前記摩擦攪拌接合の後、前記 2 つの部材をその状態において、前記一方の側の突き合せ部の前記厚肉部を切削すること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 10】請求項 9 において、前記切削する側を上面に位置させて、前記摩擦攪拌接合を行うこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 11】一方の面から突出する厚肉部を端部に有する第 1 の部材の前記厚肉部に、第 2 の部材の端部を突き合せ、

回転体を回転させながら前記厚肉部を含む突き合せ部に沿って移動させて摩擦攪拌接合を行い、

前記摩擦攪拌接合の後、2 つの前記部材をその状態において、前記厚肉部を切削すること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 12】請求項 11 において、前記切削は、前記回転体の移動と共に切削工具を前記突き合せ部に沿って移動させて、行うこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 13】請求項 11 において、前記切削する前記厚肉部を上面側に位置させて摩擦接合を行うこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 14】板の一方の面にのみ複数のリブを有し、該板の端部において他方の面に厚肉部を有する第 1 の部材の前記厚肉部に、第 2 の部材の端部を突き合せ、前記リブを下方に向けて架台の載せた前記第 1 の部材と前記第 2 の部材の突き合せ部に、回転体を回転させながら前記突き合せ部に沿って移動させて摩擦攪拌接合を行なうこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 15】請求項 14 において、前記摩擦攪拌接合の後、2 つの前記部材をその状態において前記厚肉部を切削すること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 16】請求項 15 において、前記切削は、前記回転体の移動と共に切削工具を前記突き合せ部に沿って移動させて行なうこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 17】板の一方の面にのみ複数のリブを有し、該板の端部において前記一方の面に厚肉部を有する第 1 の部材の前記厚肉部に、第 2 の部材の端部を突き合せ、前記リブを上方に向けて架台の載せた前記第 1 の部材と前記第 2 の部材の突き合せ部に、回転体を回転させながら突き合せ部に沿って移動させて摩擦攪拌接合を行なうこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 18】並んだ 2 つの板と、該 2 つの板を接続する板とからなる部材を 2 つ備え、

一方の前記部材の前記 2 つの板の端部と他方の前記部材

3

の前記 2 つの板の端部とを接合しており、  
前記 2 つの部材の 2 つの接合部のうちの一方の接合部の  
外面は平であり、  
他方の接合部の外面には前記板から前記部材の厚さ方向  
の外側に突出する厚肉部があること、  
を特徴とする構造体。

【請求項 19】請求項 18 において、前記厚肉部は実質  
的に台形状であること、を特徴とする構造体。

【請求項 20】請求項 18 において、前記厚肉部には、  
前記厚さ方向の内側に凹む凹み部が前記接合部に沿って  
あること、を特徴とする構造体。

【請求項 21】請求項 18 において、前記構造体は車体  
であり、前記外面は車外側であること、を特徴とする車  
体。

【請求項 22】並んだ 2 つの板と、該 2 つの板を接続す  
る板とからなる部材を 2 つ備え、  
一方の前記部材の前記 2 つの板と他方の前記 2 つの板と  
を突き合せて接合しており、  
前記部材の厚さ方向の少なくとも一方の側の前記接合部  
の少なくとも一方の板の端部には前記厚さ方向の外側に  
突出する厚肉部を備えており、  
前記厚肉部は、前記突出した頂の面から前記一方の板の  
他端側であって前記板の面に向けて傾斜した面を有する  
こと、  
を特徴とする構造体。

【請求項 23】請求項 22 において、前記斜面を有する  
前記厚肉部は、前記少なくとも一方の側のそれぞれの板  
に有すること、を特徴とする構造体。

【請求項 24】板の一方の面にのみ複数のリブを有した  
部材を 2 つ備え、  
一方の前記部材の前記板の端部と他方の前記部材の前記  
板の端部とを接合しており、  
該接合部において、少なくとも一方の前記板には、該板  
の他方の面側から前記リブとは反対側に突出する厚肉部  
を設けており、  
該厚肉部は、前記突出した頂の面から前記一方の板の他  
端側であって前記板の面に向けて傾斜した面を有するこ  
と、  
を特徴とする構造体。

【請求項 25】請求項 24 において、前記斜面を有する  
前記厚肉部は、前記一方の部材および他方の部材のそれ  
ぞれの板に有すること、を特徴とする構造体。

【請求項 26】板の一方の面にのみ複数のリブを有した  
部材を 2 つ備え、  
一方の前記部材の前記板の端部と他方の前記部材の前記  
板の端部とを接合しており、  
該接合部において、少なくとも一方の前記部材の前記板  
には、該板の前記一方の面から前記リブの突出方向に突  
出する厚肉部を設けていること、  
を特徴とする構造体。

4

【請求項 27】請求項 26 において、前記厚肉部は、前  
記突出した頂の面から前記板の他端側であって前記板の  
面に向けて傾斜した面を有すること、を特徴とする構造  
体。

【請求項 28】請求項 26 において、前記斜面を有する  
前記厚肉部は、前記一方の部材および他方の部材のそれ  
ぞれの板に有すること、を特徴とする構造体。

【請求項 29】請求項 26 において、前記構造体は車体  
であり、前記一方の面は車内側であること、を特徴とす  
る構造体。

【請求項 30】第 1 の部材の端部と第 2 の部材の端部と  
を接合しており、  
該接合部において、少なくとも前記一方の部材には、該  
部材から突出する厚肉部を設けており、  
該厚肉部は、前記突出した頂の面から該部材の他端側で  
あって該部材に向けて傾斜した面を有すること、  
を特徴とする構造体。

【請求項 31】請求項 30 において、前記斜面を有する  
前記厚肉部は、前記一方の部材および他方の部材のそれ  
ぞれに有すること、を特徴とする構造体。

【請求項 32】板の一方の面にのみ複数のリブを有した  
押出し型材において、  
該押出し型材の幅方向の両端において、前記板の他方の  
面側から前記リブとは反対側に突出する厚肉部を設けて  
いること、  
を特徴とする押出し型材。

【請求項 33】板の一方の面にのみ複数のリブを有した  
押出し型材において、  
該押出し型材の幅方向の両端において、前記板の前記一  
方の面から突出する厚肉部を設けていること、  
を特徴とする押出し型材。

【請求項 34】板の一方の面にのみリブを有した押出し  
型材において、  
該押出し型材の幅方向の少なくとも一方の端部におい  
て、前記板の他方の面側から前記リブとは反対側に突出  
する厚肉部を設けており、  
該厚肉部は、前記突出した頂の面から前記押出し型材の  
他端側であって前記板の面に向けて傾斜した面を有する  
こと、  
を特徴とする押出し型材。

【請求項 35】板の一方の面にのみリブを有した押出し  
型材において、  
該押出し型材の幅方向の少なくとも一方の端部におい  
て、前記板の前記一方の面から突出する厚肉部を設けて  
おり、  
該厚肉部は、前記突出した頂の面から前記押出し型材の  
他端側であって前記板の面に向けて傾斜した面を有する  
こと、  
を特徴とする押出し型材。

【請求項 36】2 つの板と、該 2 つの板を接続する複数の

の板とからなる押出し型材において、  
該押出し型材の幅方向の少なくとも一方の端部において、前記2つの板のそれぞれに、該押出し型材の厚さ方向の外側に突出する厚肉部を設けており、  
前記それぞれの厚肉部は前記押出し型材の幅方向の両端に設けていること、  
を特徴とする押出し型材。

【請求項37】2つの板と、該2つの板を接続する板とからなる押出し型材において、  
該押出し型材の幅方向の少なくとも一方の端部において、前記2つの板のそれぞれに、該押出し型材の厚さ方向の外側に突出する厚肉部を設けており、  
前記それぞれの厚肉部は、前記外側に突出した頂から前記押出し型材の他端側であって前記板の面に向けて傾斜した面を有すること、  
を特徴とする押出し型材。

【請求項38】第1の部材と第2の部材の端部とを突き合せたとき、前記第1の部材の一方の面から該第1の部材の厚さ方向に突出させた厚肉部からさらに前記第2の部材に向けて突出させた部分を、前記第2の部材の前記端部に重ならせ、  
回転体の大径部の先端の小径部を前記厚肉部の頂側から前記厚肉部を含む前記突き合せ部に挿入した状態で、かつ、前記厚肉部を除く部分における前記第1の部材の前記面の延長線と前記厚肉の頂との間に、前記大径部と前記小径部との境を位置させた状態で、前記回転体を回転させながら前記突き合せ部に沿って相対的に移動させること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項39】第1の押出し型材の押出し方向に対して第2の押出し型材の押出し方向が直交するように両者を突き合せたとき、前記第1の押出し型材の一方の面から該第1の押出し型材の厚さ方向に突出させた厚肉部からさらに前記第2の押出し型材に向けて突出させた端部を、前記第2の押出し型材に重ならせ、  
回転体の大径部の先端の小径部を前記厚肉部の頂側から前記厚肉部を含む前記突き合せ部に挿入した状態で、かつ、前記厚肉部を除く部分における前記第1の部材の前記面の延長線と前記厚肉の頂との間に、前記大径部と前記小径部との境を位置させた状態で、前記回転体を回転させながら前記突き合せ部に沿って相対的に移動させること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項40】第1の押出し型材の押出し方向に対して直交する方向の端部において、該第1の押出し型材の厚さ方向の一方の面から突出する厚肉部に、第2の押出し型材の押出し方向の端部が直交するように突き合せ、  
回転体の大径部の先端の小径部を前記外側から前記厚肉部を含む前記突き合せ部に挿入した状態で、かつ、前記厚肉部を除く部分における前記第1の部材の前記面の延

長線と前記厚肉の頂との間に、前記大径部と前記小径部との境を位置させた状態で、前記回転体を回転させながら前記突き合せ部に沿って相対的に移動させること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項41】板の一方の面にのみ複数のリブを有し、  
該板の端部において前記一方の面または他方の面に厚肉部を有する第1の押出し型材の前記厚肉部に、板の他方の面にのみ複数のリブを有する第2の押出し型材の端部を突き合せ、

10 該突き合せたとき、前記第1の押出し型材の押出し方向は前記第2の押出し型材の押出し方向に対して直交しており、

前記突き合せたとき、前記第2の押出し型材の前記端部は前記リブを前記板の面と同一面まで切削しており、  
前記第1の押出し型材の前記端部と前記第2の押出し型材の前記端部との突き合せ部に、回転体を回転させながら突き合せ部に沿って移動させて摩擦攪拌接合を行なうこと、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

20 【請求項42】板の一方の面にのみ複数のリブを有した押出し型材を2つ備え、

一方の前記押出し型材の押出し方向と他方の前記押出し型材の押出し方向とは直交しており、

前記一方の押出し型材の前記板の端部と前記他方の前記押出し型材の前記板の端部とを接合しており、

前記2つの押出し型材の接合部の近傍において、前記接合部の接合線に直交する前記リブを前記板の面と実質的に同一面になるように切削していること、

を特徴とする構造体。

30 【請求項43】請求項42において、前記切削したリブを有しない前記押出し型材に前記リブ側に突出する厚肉部を有すること、を特徴とする構造体。

【請求項44】板の一方の面にのみ複数のリブを有した押出し型材において、

該押出し型材の幅方向の少なくとも一方の端部において、

前記板の他方の面側から該押出し型材の厚さ方向の外側に突出する厚肉部があり、

該厚肉部は前記板に実質的に平行に該押出し型材の端部に向けて突出していること、

40 を特徴とする押出し型材。

【請求項45】請求項44において、前記厚肉部は、前記突出した頂の面から前記押出し型材の他端側であって前記板の面に向けて傾斜した斜面を有すること、を特徴とする押出し型材。

【請求項46】請求項45において、前記板に実質的に平行に該押出し型材の端部に向けて突出した端部において、前記斜面に直交する方向の斜面を有すること、を特徴とする押出し型材。

50 【請求項47】2つの板と、該2つの板を接続する板とからなる押出し型材において、

該押出し型材の幅方向の少なくとも一方の端部において、前記2つの板のそれぞれに、該押出し型材の厚さ方向の外側に突出する厚肉部があり、該それぞれの厚肉部は前記板に実質的に平行に該押出し型材の端部に向けて突出していること、を特徴とする押出し型材。

【請求項48】請求項47において、前記それぞれの厚肉部は、前記外側に突出した位置から前記押出し型材の他端側であって前記板の面に向けて傾斜した斜面を有すること、を特徴とする押出し型材。

【請求項49】請求項48において、前記板に実質的に平行に該押出し型材の端部に向けて突出したそれぞれの端部において、前記斜面に直交する方向の斜面を有すること、を特徴とする押出し型材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、アルミニウム合金材等の接合に用いる摩擦撚接合に関する。

【0002】

【従来の技術】摩擦撚接合方法は、接合部に挿入した丸棒（回転体という。）を回転させながら接合線に沿って移動させ、接合部を発熱、軟化させ、塑性流動させ、固相接合する方法である。回転体は、接合部に挿入する小径部と、外部に位置する大径部とからなる。小径部と大径部は同軸である。大径部側を回転させる。小径部と大径部の境は、接合部に若干挿入されている。摩擦撚接合方法による接合は突き合せ部、重ね部に適用される。これは特表平7-505090号公報（EP0615480B1）、Welding & Metal Fabrication, January 1995 13頁から16頁に示されている。

【0003】また、被接合材の材質については前記特表平7-505090号公報に示されている。被接合材、回転体の材質、寸法、回転速度、移動速度については、溶接学会全国大会講演概要 第56集（'95-4）208頁から209頁に示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】摩擦撚接合方法の種々な実験によれば、2つの部材の接合部の上面の一部の部材は回転体の大径部の回転によって切り子のごとく飛ばされ、接合部の上面に凹みが生ずる。凹みの両側には部材の塑性変形による厚肉部が生ずる。

【0005】厚肉部は削除すればよいが、凹みの補修はパテ等を必要とし、高価となる。

【0006】さらに、接合前に2つの部材の突き合せ部の端面の間に隙間がある場合には、接合部に凹み等の欠陥が発生する。このため、強度低下を生じ、大型構造物においては特に問題になる。部材が大きくなることによって、前記隙間の管理は困難になり、凹みが大きくなり、また、欠陥が発生しやすくなる。

【0007】この接合部が他の部材で覆われる等によ

て、凹みの存在が問題にならない場合は、強度の点を除けば問題はない。しかし、車両の車体の側面等においては、見栄えの観点から凹みは除かなければならない。また、見えない場合においても、凹みが性能上問題になる場合がある。

【0008】本発明の目的は、接合部の凹みの発生を防止することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、回転体側に向けて突出する厚肉部を接合すべき対象物に設けること、によって達成できる。回転体の大径部の先端の小径部が厚肉部に入り、大径部は非突出部の延長線と厚肉部の頂との間の厚肉部に位置している。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例を図1から図5により、鉄道車両の車体への適用について説明する。図5において、鉄道車両の車体は、側構体41、屋根構体42、床構体43、長手方向の端部の妻構体44から構成される。側構体41は、中空の押出し型材（50、60）を並列に複数並べ、それを接合して構成している。接合は図1のように行われる。屋根構体42、床構体43も同様に構成される。側構体41と屋根構体42との接続、側構体41と床構体43との接続はMIG溶接等で行う。

【0011】図1は側構体41を構成する中空型材の継手部（接合部）を示すものである。中空型材50、60はアルミニウム合金の押出し型材である。中空型材50、60は2つの板51、52、61、62とこれを接続する斜めの板（リップ）53、63とからなる。斜めの板53、63はそれぞれ複数あり、トラス状に配置している。板53、63の傾斜の方向は交互である。

【0012】一方（第1）の中空型材50の端部は他方（第2）の中空型材60の端部に入っている。中空型材50の端部の近くには板51と板52とを接合する垂直な板54がある。55は中空型材60の端部を支える突出片である。

【0013】板54の厚さ方向（図1において、左右方向）の中心の延長線上に、2つの中空型材50、60の接合用の厚肉部（突出部）56、66の端部（すなわち、中空型材50、60の突き合せ部の端部（接合部Wの中心））が位置する。接合部Wの近くの板51、52、61、62は前面側（中空型材の厚さ方向における外側、接合作業を行う側、すなわち、接合用工具の回転体70側である。）に所定の幅で所定高さで突出して厚肉部になっている。厚肉部56、66の大きさは後述するように回転体70の大きさや2つの中空型材50、60の隙間等で決まる。厚肉部56、66は板51、52、61、62の端部のそれぞれにある。厚肉部56、66の前面（外面）と板（非突出部）51、52、61、62の前面（外面）とは滑らかに接続しており、傾

斜している。2つの厚肉部56、66を突き合せるとその形状は台形状である。

【0014】なお、型材50、60の突き合せ、または厚肉部56、66の突き合せとは、2つの型材の端部56a、66a同士が接触している場合、および2つの型材の端部56a、66aの間に隙間がある場合の両方をいう。

【0015】中空型材の接合部の上方および下方のそれぞれに接合用工具である回転体70、70を配置している。回転体70は、基部の大径の丸棒（大径部）71の先端に小径の丸棒（小径部）72を設置している。大径部71と小径部72とは同軸である。上方の回転体70の実質的に鉛直方向に下方の回転体70が位置している。2つの回転体70、70は接合線に沿って離れていてもよいが、中空型材50、60の曲がり防止するため、大きく離れていない方がよい。回転体70は中空型材50、60よりも硬い材質である。

【0016】2つの回転体70、70を回転させながら、小径部72を中空型材50、60の接合部に挿入する。そして、2つの中空型材50、60の接合部の長手方向に沿って水平方向に移動させる。2つの回転体70、70は同時に移動させる。

【0017】摩擦撓拌接合時において、上側の回転体70においては、大径部71と小径部72との境（実質的に平らである。）73を、一般部（非突出部）の板51、61の上面（中空型材50、60の厚さ方向における外側の面）よりも若干上方（突出した厚肉部56、66の頂の面側で、厚肉部56、66内）73aに位置するようにする。下側の回転体70においては、大径部71と小径部72との境73を、一般部（非突出部）の板51、61の下面（中空型材の厚さ方向における外側の面）よりも若干下方（突出した厚肉部56、66の頂の面側で、厚肉部56、66内）に位置するようにする。つまり、上下の回転体70、70の境73は非突出部の板51、61の外側の面の延長線よりも外側（厚肉部56、66の頂側）で、厚肉部56、66の中に位置している。図1の線73aは境73の位置である。このように、小径部72は突き合せ部にあり、大径部71と小径部72の境73は、厚肉部56、66を除く部分における板51、61の外側の面の延長線と厚肉部56、66の頂との間に位置する。

【0018】接合作業の際には、型材50、60は架台に載せられ、固定させられている。下面の厚肉部の周囲には架台はない。回転体70の回転中心は接合部の中心、即ち板54の厚さの中心にある。

【0019】図4において、各部の大きさの関係を説明すると、2つの厚肉部56、66を突き合せた際の厚肉部56、66の頂の幅W1は小径部72の径よりも大きく、大径部71の径よりも小さい。2つの厚肉部56、66の基部の幅W2は大径部71の径よりも大きい。厚

肉部56、66の高さH1は小径部72の長さよりも大きい。大径部71の下端を厚肉部56、66の位置73aに位置させたとき、小径部72の先端は突出片55に至るか、その近傍に位置している。接合部56、66の頂の板51、61側と基部の板51、61側とは斜面56c、66cで接続している。

【0020】図2は摩擦撓拌接合を完了した状態である。図2は図1の上側の接合部を示している。下側の接合部は上側の接合部に対して対象である。接合部Wの外側には中空型材の内側に向けて凹みKを生じている。凹みKの両側には厚肉部56T、66Tがある。厚肉部56T、66Tは厚肉部56、66の残りである。厚肉部56T、66Tは塑性変形したものを含む。凹みKの底面は、一般部の板51、61の外側よりも外側の位置73aにある。

【0021】図1の上面側を鉄道車両の車体の外面側とすると、上面の接合部の余分な部分（一般部の板51、61の上面の延長線上から上側）をグラインダーで切削し、一般部の板51、61の上面の高さと同一平面になるようにする。上面側を切削するので、切削作業が容易である。下面側にも同様に凹みKと厚肉部56T、66Tがあるが、車体の内面側とすると、化粧板で覆うので切削は必要ない。図3は架台111に載せた型材50、60を上下から接合し、次に、架台111に載せた状態で上面側の厚肉部56T、66Tを削除した状態を示す。

【0022】これによれば、凹みKの発生を実質的に防止できるものである。このため、肉盛り溶接や、パテによる補修を不要にできるものである。

【0023】また、上記実施例では厚肉部56、66の端部56a、66a同士が接触しているが、両者の間に隙間がある場合は、摩擦撓拌接合によって流動化した厚肉部56、66の母材がこの隙間に押し込まれる。このため、隙間がある場合においても、接合部に欠陥が発生しない。具体的には厚肉部の高さ（板51、52、61、62の外側からの突出高）を1mmにすると隙間が1mmでも欠陥無く接合できる。また、凹みKの位置を、板51、52、61、62の外側の延長線上から外側に位置させることができる。すなわち、凹みの発生を実質的に容易に防止をできるものである。

【0024】厚肉部56、66の基部の幅W2は大径部71の径Dよりも大きい。厚肉部56、66の頂部の幅W1は小径部72の径dよりも大きい。これらは回転体70の中心が厚肉部56、56の中心からずれた場合、および2つの型材の隙間を考慮して定める。

【0025】また、厚肉部56、66の頂と基部とは斜面56c、66cで接続されている。すなわち、2つの厚肉部56、66を突き合せたとき、台形状である。このため、厚肉部56、66を斜面56c、66cを有しない四角形に突出させた場合に比べて、中空型材に余分



な部分がない。このため、中空型材の材料を少なくでき、製作を安価にできる。また、グラインダーによる切削量を少なくでき、簡単にできるものである。厚肉部56、66は2つの型材の接合部に金属を補充するものである。台形状であってもよい。なお、図6に示すように、非突出部の板51、62の外側から突出部51a、61aを若干立ち上げた後、突出部56、66の台形部を設けるようにしてもよい。

【0026】板54は回転体70、70による圧縮力によって厚肉部56、66が内側に曲がるのを防止する。

【0027】図1において、中空型材50の右端の形状は左端の形状であっても、中空型材60の右端の形状であってもよい。中空型材60も同様である。要は2つの型材を接合できればよい。

【0028】回転体70は突き合せ部を光学センサで検出して移動する。厚肉部56、66の斜面56c、66cを検出して、回転体70の幅方向の位置を定める。図7はセンシング用の斜面56n、66nを2つの厚肉部56m、66mが向き合う部分に設けたものである。斜面56n（66n）はそれぞれの厚肉部56m、66mに設けても、一方に設けてもよい。

【0029】上記各実施例では2つの接合部の端面56a、66aは回転体70の軸心に平行であるが、2つの端面56a、66aが回転体70の軸心に対して傾斜していてもよい。例えば、一方の部材50の端面56aが傾斜しており、これに他方60の部材の端面66aが上方に重なるようにしてもよい。これによれば、2つの端面の間隔が大きくても、回転体70の回転によって流動化した金属が片55との間から流出することを防止できるものである。この形状はパイプ同士の接続に適している。

【0030】図8によって接合装置を説明する。中空型材50、60は架台111、111に載せられ、クランプ113で固定されている。2つの中空型材50、60の突き合せ部は所定の隙間になっている。2つの中空型材50、60の突き合せ部は適宜仮止め溶接されている。

【0031】上側の接合用装置70は幅方向に走行する走行体121から吊り下げられている。走行体121は門型の走行体122の上部のフレームに沿って移動する。走行体122は中空型材50、60両側の長手方向に沿ったレール123に沿って走行する。下側の回転体70は2つの座111、111の間の走行体131に設置されている。走行体131は走行体132に載せてあり、幅方向に移動する。走行体132はレール133に沿って中空型材50、60の長手方向に沿って走行する。上側の回転体70の下方に下側の回転体がある。走行体121、131は回転体70、70を上下動させる。

【0032】走行体121、131には中空型材50、

60を押さえるローラ124、134をそれぞれ複数設置している。ローラ124、134は回転体70、70の前方において厚肉部56、66の両側にある。ローラ124、134は走行方向に沿って必要により複数列設ける。ローラは回転体70の前後に追加できる。

【0033】走行体121、131には接合すべき位置を検出するセンサ（図示せず。）を設置している。センサによって走行体121、131を幅方向に移動させる。センサとしてレーザを用いた場合には斜面56c、56c、66c、66cを求め、接合すべきの中心を検出する。

【0034】回転体70、70で型材50、60の上面を接合した後、架台111、111に型材50、60を載せた状態で、上面の厚肉部を切削して平滑に仕上げる。切削のグラインダー作業は手作業で行うとより平滑にできる。このため、切削作業する厚肉部は上面にあると良い。

【0035】なお、まず、厚肉部を機械で若干残して切削し、その後、手作業で切削するようにすると、切削作業を短くできる。この場合、回転体70の若干後方において、走行体121に切削工具を設置する。回転体70が回転する際に切削工具も切削作業を行う。

【0036】例えば、図9、図10に示すように、上面側の回転体70の後方において、エンドミル126を上面側の走行体121に設置する。エンドミル126は厚肉部56、66を切削する。エンドミル126の下端の位置は中空型材50、60の上面の板51、61の上面よりも若干上方の位置である。エンドミル126の径は前記位置の厚肉部56、66の幅よりも十分に大きい。ローラ124、134はエンドミル126の近傍において上下から押え、エンドミル126による切削量が同一になるようにしている。

【0037】上記実施例では接合する一対の中空型材の端部にそれぞれ厚肉部があったが、図11のように一方の中空型材60のみに厚肉部66がある場合でも可能である。厚肉部66の金属は中空型材50、60の隙間および中空型材50の板の上面に移動する。また、一方の中空型材60においては上面の板61に厚肉部があり、他方の中空型材50においては下面の板61に厚肉部がある場合も同様である。

【0038】上記実施例の押し出し型材は中空型材である場合について説明したが、中空でない押し出し型材にも適用できるものである。以下に実施例を示す。

【0039】図12は平板状の押し出し型材31、32の端部に、それぞれ厚肉部34、35を有し、厚肉部34、35同士を突き合せて接合する継手形状の例を示す。この時、押し出し型材31、32には裏当て治具（架台）36を配置している。この裏当て治具36は、接合部Wとの接合を防止するため、押し出し型材31、32よりも硬い材質のものをを用いる。この継手の突き合せ面に

沿って、回転体70を回転しながら移動させることにより、図13に示す接合部Wが得られる。厚肉部34、35に対する回転体70の条件は前記実施例と同様である。次に、図14のように、凹みKおよび厚肉部分をグラインダー等で平滑に除去する。接合装置のローラ124等は前記実施例と同様である。

【0040】なお、1つの接合部のみの押出し型材等の場合は、図8の実施例において、下側の回転体70の代わりに、押出し型材を支えるローラを配置することができる。これによれば、型材31、32の全ての面を支持する必要がなく、架台の構造を簡単にできるものである。

【0041】図15から図17は、板の一方の面に複数のリブ39を有し、リブ39とは反対の面に厚肉部34b、35bを有した押出し型材37、38を摩擦撓接合する場合である。架台36Bはリブ39の下端と厚肉部34、35の下面を載せる。摩擦撓接合は上記実施例と同様である。

【0042】図18から図19の実施例は、リブ39側に厚肉部34b、35bを設けた押出し型材37c、38cの場合である。これによれば架台36C側は平になる。このため、リブ39とは反対側に若干の凹凸があってもよい場合は、平滑にする仕上げ処理を省略することができ、安価に製造することができる。接合部Wは、良好な接合部となり、所定の厚さを得ることができる。

【0043】図18から図19の実施例において、型材37c、38cを車体に適用する場合、厚肉部34b、35bが車内側になるので、厚肉部34b、35bの切削を不要にできる。しかし、接合部の車外側に未接合部が生じ易く、厚肉部34bの端部と厚肉部35bの端部との間をパテで埋め、塗装することが必要になる。しかし、図15から図17の実施例では車外側には未接合部はなく、塗装の必要も無い。また、図15から図17の実施例においては厚肉部34b、35bの周囲にリブ39が無いので、ローラ124で押さえやすい。

【0044】図20から図22の実施例を説明する。図20において、鉄道車両の側構体41bは、複数の押出し型材150、160を組み合わせて構成している。出入り口171と窓172との間の押出し型材150、150、および、窓172と窓172との間の押出し型材150、150のそれぞれの押出し方向は、図20において縦方向である。窓172の下部の押出し型材160、160、および、窓172の上部の押出し型材160、160のそれぞれの押出し方向は、図20において横方向である。つまり、押出し型材150の押出し方向と押出し型材160の押出し方向とは直交している。

【0045】押出し方向を同一方向とした押出し型材150、150同士の接合部、および押出し型材160、160同士の接合部は、前記実施例のように、厚肉部を設けて接合している。

【0046】押出し方向が直交する部分は図21のようになっている。図21は摩擦撓接合の前である。押出し型材150、160は板の一方側にリブ153、163を有する。中空型材ではない。押出し型材150、160は板151、161を架台36Cに載せている。リブ153、163が上方を向いている。リブ153、163側が車内側であり、板151、161側が車外側である。

【0047】押出し型材150の端部はリブ153側に突出して厚肉部153を構成している。厚肉部153はさらに接合する押出し型材160に向けて突出して、突出部157を構成している。突出部157は押出し型材160の板161の内面側（リブ163側）に重なっている。突出部157の部分のリブ163は切削してなくなっている。突出部157の突出量L2は、厚肉部の幅L1と同様である。つまり、突出部157は厚肉部156に相当する。突出部157の先端は厚肉部156と同様に斜めになっている。

【0048】上方から回転体70を挿入して摩擦撓接合を行うと、2つの押出し型材150、160の端部150b、160bの間150cの上方に突出部157があるので、突出部157等の金属が隙間150cに供給される。また、押出し型材160の上方にも金属が供給される。このため、厚肉部156および突出部167が無い場合、または突出部のみが無い場合に比べて、良好な接合が得られる。

【0049】押出し型材160のリブ153を切り欠いて突出部に重なるようにしているので、突出部157の近傍の板161を押さえることができ、良好な接合ができる。

【0050】押出し型材150の端部150bと押出し型材160の端部160bとの間に相当する位置の厚肉部156の外面には3角形状の溝158がある。最初に回転体70の位置を定める際の位置のマークになる。また、センサのマークになる。

【0051】図23は、厚肉部の156および突出部157をリブ153側に設けない場合である。リブ153、163は架台36Bに載っている。厚肉部156、突出部157およびこれらの周辺の板151、161は架台36Bから上方に突出した架台に載っている。端部160bの近傍のリブ163を切り欠いている。押出し型材160の厚肉部156および突出部157は板151側（車両の外側）にある。

【0052】押出し方向が直交する押出し型材の場合には、厚肉部156のみの場合でも可能である。また、隣接する部材に向けて突出部を設けることは、中空型材等にも適用できる。また、2つの押出し型材が直交しないもの、すなわち平行な部材間の場合にも適用できる。

【0053】公知のハニカムパネル同士の接合に適用できる。ハニカムパネルは2枚の面板と、2枚の面板の間

15

のハニカム状の芯材と、芯材の周囲に配置した縁材と、とからなる。接合すべき対象物はパイプ等にも適用できる。この場合、前記実施例の板等の用語は適宜、筒に読み替える。

【0054】本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲の各請求項の記載の文言あるいは課題を解決するための手段の項の記載の文言に限定されず、当業者がそれから容易に置き換えられる範囲のも及ぶものである。

【0055】

【発明の効果】本発明によれば、接合部の凹みを実質的に除く接合を行うことができるものである。また、接合部の隙間が大きい場合でも接合部の凹みを実質的に除く接合ができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の接合部の縦断面図である。

【図2】図1において摩擦撓拌接合後の縦断面図である。

【図3】図1において摩擦撓拌接合後、仕上げ加工をした状態の縦断面図である。

【図4】各部の大きさを説明する図である。

【図5】鉄道車両の車体の斜視図である。

【図6】本発明の他の実施例の接合部の要部の縦断面図である。

【図7】本発明の他の実施例の接合部の要部の縦断面図である。

【図8】本発明の一実施例の接合装置の縦断面図である。

【図9】図8の接合装置の要部の側面図である。

【図10】図9の左側面図である。

【図11】本発明の他の実施例の接合部の縦断面図である。

16

【図12】本発明の他の実施例の接合部の縦断面図である。

【図13】図12において摩擦撓拌接合後の縦断面図である。

【図14】図12において厚肉部を平滑に仕上げ後の縦断面図である。

【図15】本発明の他の実施例の接合部の縦断面図である。

【図16】図15において摩擦撓拌接合後の縦断面図である。

【図17】図13において厚肉部を平滑に仕上げ後の縦断面図である。

【図18】本発明の他の実施例の接合部の縦断面図である。

【図19】図18において摩擦撓拌接合後の縦断面図である。

【図20】鉄道車両の側構体の正面図である。

【図21】図20の21-21断面図である。

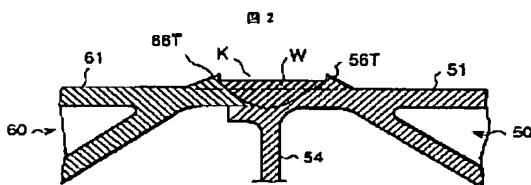
【図22】図21の右側面図である。

【図23】本発明の他の実施例の接合部の縦断面図である。

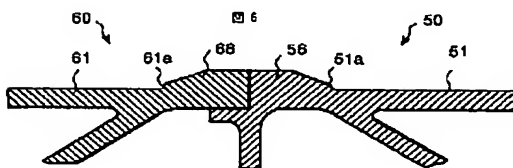
【符号の説明】

31、32、37、37c、38、38c：型材、36、36B、36C：架台、39：リブ、70：接合用の回転体、71：大径部、72：小径部、50、60：中空型材、51、52、53、54、61、62、63：板、56、66：厚肉部、56c、66c：斜面、111：架台、150、160：押出し型材、151、161：板、153、163：リブ、156：厚肉部、157：突出部。

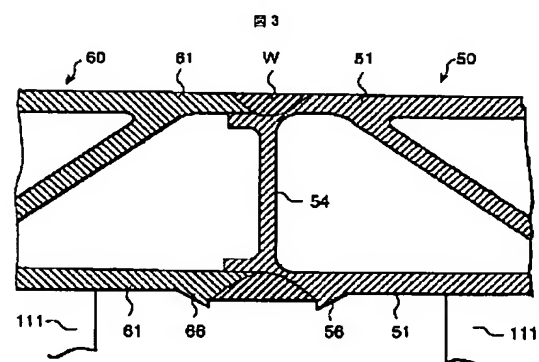
【図2】



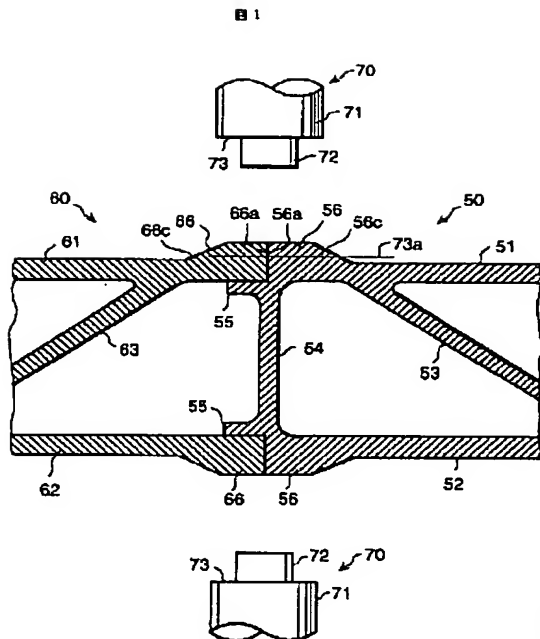
【図6】



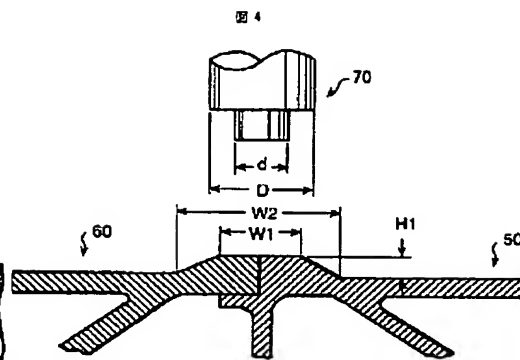
【図3】



【図1】

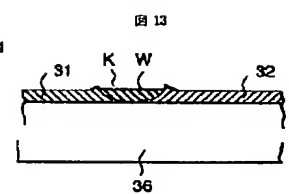
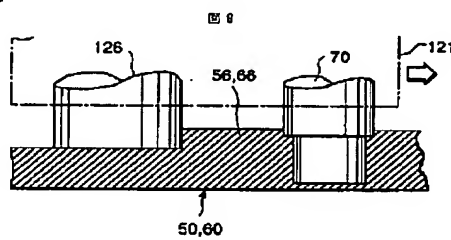


【図4】



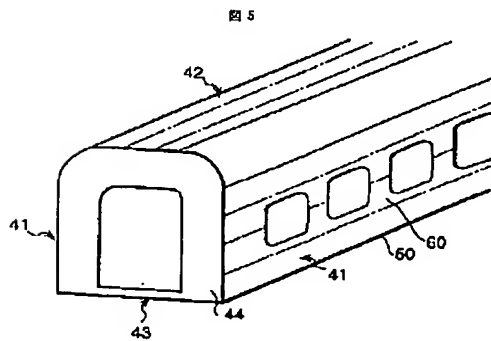
【図9】

【図13】

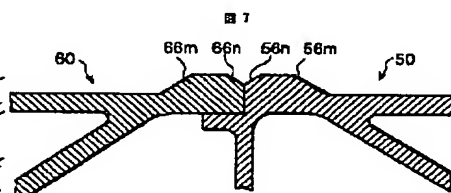


50, 60 : 中空押し型材      56, 66 : 厚肉部  
51, 52, 53, 54, 61, 62, 63 : 板      66c, 66c : 斜面  
70 : 回転体

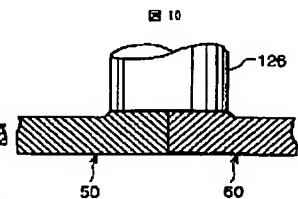
【図5】



【図7】

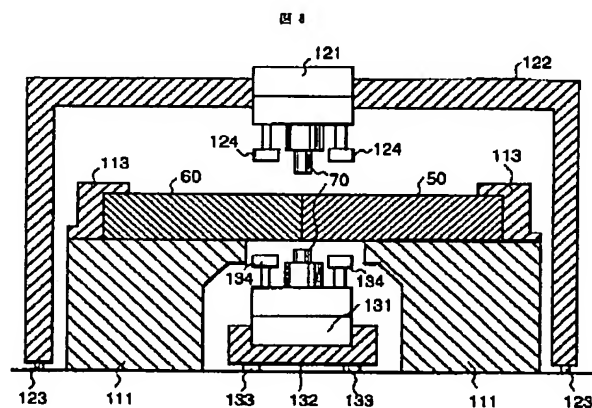
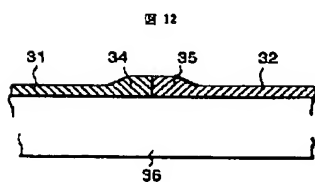


【図10】

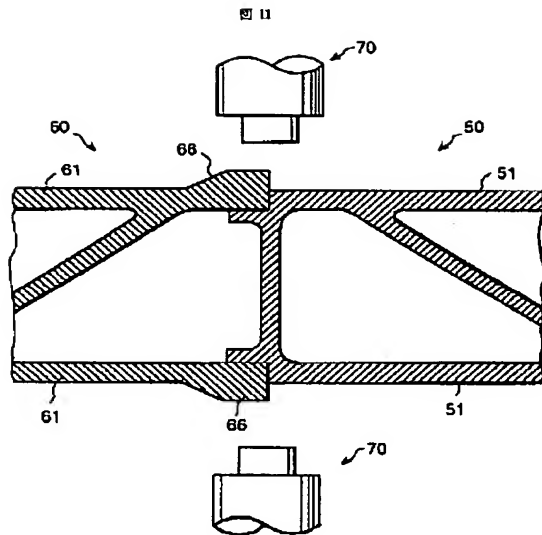


【図8】

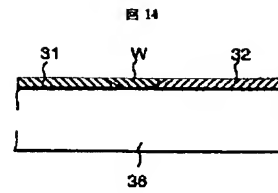
【図12】



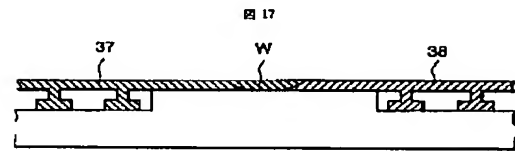
【図11】



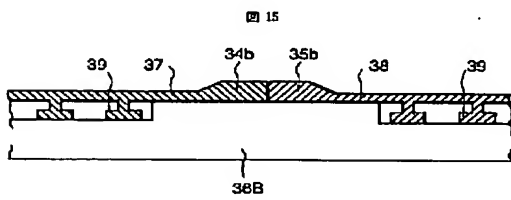
【図14】



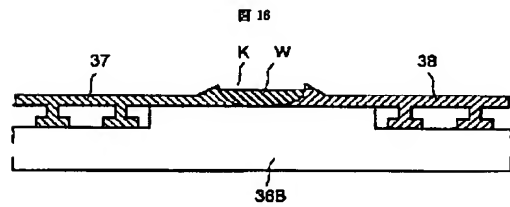
【図17】



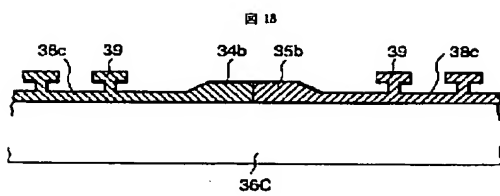
【図15】



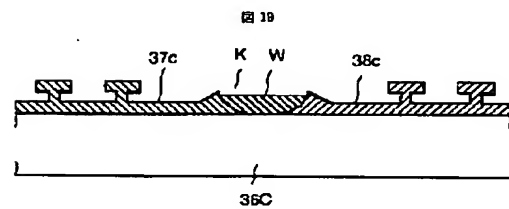
【図16】



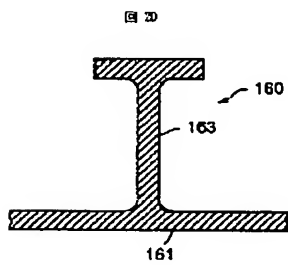
【図18】



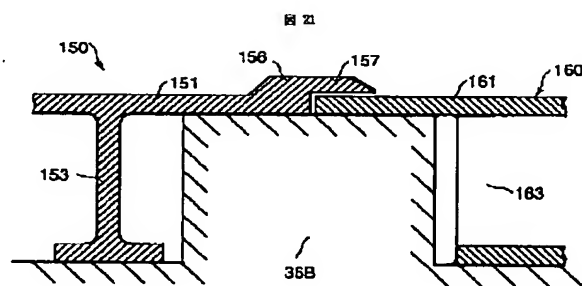
【図19】



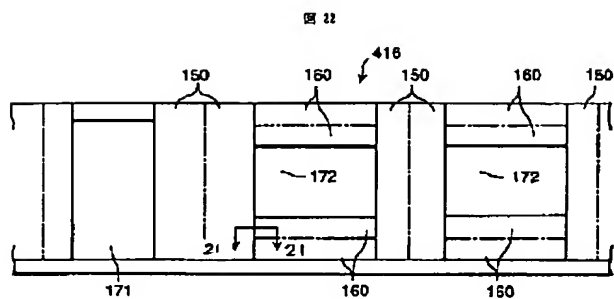
【図20】



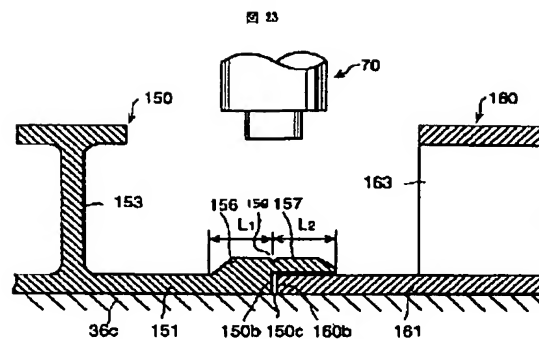
【図21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 久宣  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 青田 欣也  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内